



⑫

# **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt : **92403363.2**

⑸ Int. Cl.<sup>5</sup> : **F28D 9/00, F28F 27/02,  
F25J 3/00**

⑱ Date de dépôt : **11.12.92**

⑳ Priorité : **11.12.91 FR 9115381**

㉔ Date de publication de la demande :  
**16.06.93 Bulletin 93/24**

㉖ Etats contractants désignés :  
**DE FR GB**

㉗ Demandeur : **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE  
ANONYME POUR L'ETUDE ET  
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES  
CLAUDE**  
**75, Quai d'Orsay**  
**F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

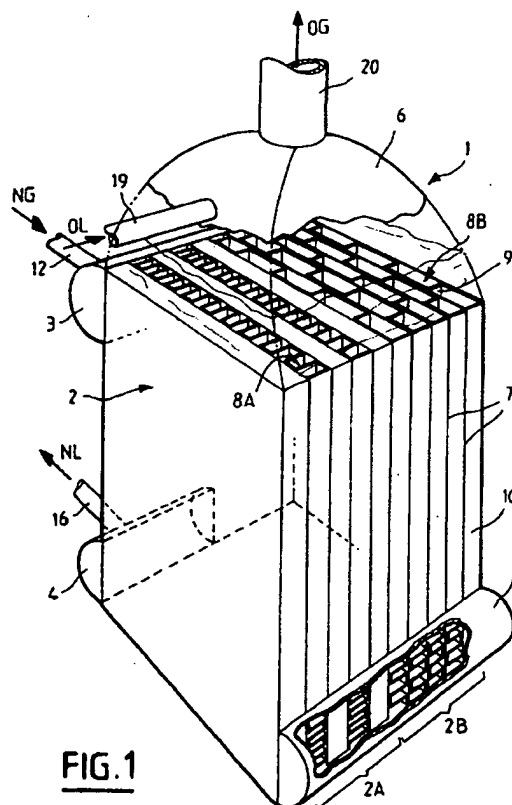
㉙ Inventeur : **Arriulou, Pascal**  
**26 rue Victor Hugo**  
**F-94220 Charenton (FR)**  
Inventeur : **Venet, François**  
**36 rue Jouffroy**  
**F-75017 Paris (FR)**  
Inventeur : **Grélaud, Alain**  
**3 allée Verlaine**  
**F-94510 La Queue en Brie (FR)**

㉚ Mandataire : **Le Moenner, Gabriel et al**  
**L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'étude  
et l'exploitation des procédés Georges Claude**  
**75, Quai d'Orsay**  
**F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

⑤④ **Echangeur de chaleur indirect du type à plaques.**

⑤⑦ Les plaques (7) de cet échangeur de chaleur délimitent un premier ensemble de passages (8A) servant à l'échange thermique, et un second ensemble de passages (8B) qui se trouvent, sur au moins une partie de leur étendue, en relation d'échange thermique réduite ou à peu près nulle avec les passages (8A) dudit premier ensemble et sont agencés pour remplir une fonction annexe de l'échangeur de chaleur, notamment une fonction de stockage de liquide et/ou de recirculation de liquide et/ou de séparation liquide/vapeur.

Application aux échangeurs de chaleur cryogéniques.



**FIG. 1**

La présente invention est relative aux échangeurs de chaleur indirects à plaques, c'est-à-dire du type comprenant une série de plaques parallèles délimitant entre elles des passages de forme générale plate contenant des ondes-entretoises, un premier ensemble de ces passages, constituant des passages d'échange thermique, comportant des moyens d'entrée/sortie de fluides destinés à échanger entre eux de la chaleur.

Ces échangeurs de chaleur sont particulièrement rationnels à construire. En effet, il suffit d'empiler tous leurs éléments (plaques, ondes servant d'entretoises et d'aillettes, barrettes de fermeture des passages) et de les relier les uns aux autres en une seule opération par brasage dans un four.

Cependant, cet avantage est en pratique partiellement perdu par la nécessité de raccorder à l'échangeur de nombreux accessoires, tels que des tuyauteries ou des séparateurs de phases, assurant les fonctions auxiliaires de l'échangeur : recirculation du liquide, stabilisation de l'alimentation en liquide, séparation des phases des fluides diphasiques, etc. De plus, dans de nombreux cas, il est nécessaire de positionner l'échangeur dans une enceinte de rétention de liquide telle que la cuve d'une colonne de distillation. Toutes ces opérations constituent des travaux de chaudronnerie, moins performants que le brasage au four.

L'invention a pour but de réduire le travail de chaudronnerie associé à la mise en oeuvre des échangeurs de chaleur à plaques.

A cet effet, l'invention a pour objet un échangeur de chaleur indirect du type précité, caractérisé en ce qu'il comprend, sur au moins une partie de sa longueur et de sa largeur, des passages annexes, en relation d'échange thermique réduite ou à peu près nulle avec les passages d'échange thermique et agencés pour remplir au moins une fonction annexe de l'échangeur de chaleur, notamment une fonction de stockage de liquide et/ou de recirculation de liquide et/ou de séparation liquide/vapeur.

Suivant d'autres caractéristiques :

- les passages annexes sont plus épais que les passages d'échange thermique;
- les passages annexes contiennent des ondes moins denses que celles des passages d'échange thermique;
- tous les passages annexes sont adjacents les uns aux autres;
- les passages annexes sont distincts des passages d'échange thermique et, de même que ces derniers, s'étendent chacun sur toute la longueur et sur toute la largeur de l'échangeur;
- au moins certains passages de l'échangeur constituent sur une partie de la largeur de celui-ci un passage d'échange thermique et sur le reste de sa largeur un passage annexe;
- au moins certains passages de l'échangeur

constituent sur une partie de la longueur de celui-ci un passage d'échange thermique et sur le reste de sa longueur un passage annexe;

- les passages annexes comprenant des passages de séparation liquide/vapeur, ces passages de séparation contiennent un garnissage de séparation liquide/vapeur disposé en regard d'une fenêtre d'entrée de fluide diphasique;
- le garnissage est constitué par une onde "serrated" à génératrices obliques;
- les passages de séparation liquide/vapeur comportent à leur extrémité supérieure une fenêtre de sortie de vapeur coiffée par une boîte de sortie, cette dernière communiquant avec des passages de renvoi de vapeur à un niveau différent de l'échangeur.

Des exemples de réalisation de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 représente en perspective, avec arrachements, un échangeur de chaleur conforme à l'invention;
- les Figures 2 à 4 représentent respectivement, en coupe verticale, les trois types de passages de cet échangeur;
- la Figure 5 illustre schématiquement une variante du même échangeur;
- la Figure 6 est une vue analogue à la Figure 1 d'un deuxième mode de réalisation de l'échangeur de chaleur suivant l'invention;
- les Figures 7 et 8 représentent respectivement, en coupe verticale, les deux types de passages de cet échangeur;
- les Figures 9 et 10 sont des vues analogues respectivement aux Figures 7 et 8 d'une variante de l'échangeur de chaleur de la Figure 6;
- les Figures 11 et 12 sont des vues analogues respectivement aux Figures 7 et 8 d'une autre variante de l'échangeur de chaleur de la Figure 6;
- les Figures 13 et 14 sont des vues analogues respectivement aux Figures 7 et 8 d'encore une autre variante de l'échangeur de chaleur de la Figure 6;
- la Figure 15 illustre schématiquement une application d'un troisième mode de réalisation de l'échangeur de chaleur suivant l'invention;
- la Figure 16 est une vue analogue à la Figure 1 de ce troisième mode de réalisation; et
- les Figures 17 et 18 représentent respectivement, en coupe verticale, les deux types de passages de l'échangeur de la Figure 16.

L'échangeur de chaleur représenté aux Figures 1 à 4 est un vaporiseur de liquide, du type à thermosiphon. On le décrira dans son application en tant que vaporiseur-condenseur principal d'une double colonne de distillation d'air, mettant en relation d'échange thermique l'azote gazeux de tête de la colonne

moyenne pression, sous environ 6 bars absolus, et l'oxygène liquide de cuve de la colonne basse pression, sous environ 1 bar absolu, afin de vaporiser l'oxygène en condensant l'azote.

L'échangeur 1 comprend un corps parallélépipédique 2 en aluminium, assemblé en une seule opération par brasage au four, trois boîtes semi-cylindriques 3 à 5 d'entrée/sortie de fluides, et un dôme supérieur 6, les éléments 3 à 6 étant fixés à joint étanche sur le corps 2 par soudage.

Le corps 2 est constitué d'un grand nombre de plaques verticales parallèles 7 entre lesquelles sont délimités des passages 8 de forme générale plate contenant des ondes-entretoises 9 à génératrices verticales. Ces passages sont délimités par des barrettes de fermeture 10 indiquées par des traits forts sur les Figures 2 à 4. Dans ce qui suit, on appellera "longueur" la dimension verticale du corps 2, "épaisseur" sa dimension horizontale perpendiculaire aux plaques 7, et "largeur" sa dimension horizontale parallèle à ces plaques.

Le corps 2 est constitué de deux parties juxtaposées : à gauche sur la Figure 1, une partie 2A d'échange de chaleur, et à droite une partie annexe 2B assurant les fonctions annexes de recirculation de liquide, de séparation liquide/vapeur, de stockage de liquide et d'alimentation uniforme en liquide de la partie 2A.

Les passages 8A de la partie 2A sont alternativement de deux types différents, représentés respectivement sur les Figures 2 et 3 :

(1) des passages 8A-1 de condensation d'azote, fermés sur toute leur largeur en haut et en bas, qui comportent latéralement à leur extrémité supérieure une fenêtre 11 d'entrée d'azote gazeux et, en regard de celle-ci, une onde oblique 12 de répartition de cet azote gazeux sur toute la largeur du passage. La boîte 3 précitée recouvre toutes les fenêtres 11 et est alimentée en azote gazeux par une conduite d'alimentation 13. Les passages 8A-1 comportent latéralement, du même côté et à leur extrémité inférieure, une fenêtre 14 de sortie d'azote liquide et, en regard de celle-ci, une onde oblique 15 de collection de cet azote liquide débouchant sur la fenêtre 14. La boîte 4 précitée recouvre toutes les fenêtres 14 pour collecter l'azote liquide sortant de celles-ci et l'évacuer via une conduite 16.

(2) Des passages 8A-2 de vaporisation d'oxygène, fermés sur toute leur largeur en bas mais ouverts sur toute leur largeur en haut, qui comportent latéralement à leur extrémité inférieure une fenêtre 17A d'entrée d'oxygène liquide, et en regard de celle-ci, une onde oblique 18A de répartition de cet oxygène liquide sur toute la largeur du passage. La boîte 5 précitée recouvre toutes les fenêtres 17A.

Les passages 8B de la partie 2B, représentés sur

la Figure 4, ont la même constitution que les passages de vaporisation d'oxygène 8A-2, leurs fenêtres inférieures 17B communiquant également avec la boîte 5. Toutefois, leurs ondes verticales 9B sont moins denses que les ondes 9A-1 des passages 8A-1 et que les ondes 9A-2 des passages 8A-2, grâce à un pas d'onde supérieur, et/ou leur épaisseur est supérieure à celle des passages 8A-1 à celle des passages 8A-2.

Il résulte de la description ci-dessus que la boîte 5 s'étend sur toute l'épaisseur du corps de l'échangeur, c'est-à-dire recouvre ses deux parties 2A et 2B, tandis que les boîtes 3 et 4 ne s'étendent que sur celle de la partie 2A.

Le dôme 6 se raccorde tout le long des quatre côtés de la base supérieure du parallélépipède formé par le corps 2. Il est muni d'une conduite 19 d'alimentation en oxygène liquide et d'une conduite 20 d'évacuation d'oxygène gazeux qui part de son sommet.

En fonctionnement, l'azote gazeux est condensé sous environ 6 bars absolus en descendant dans les passages 8A-1, et les passages 8A-2 et 8B sont remplis d'oxygène liquide sous environ 1 bar absolu, jusqu'à un niveau situé dans le dôme 6, comme on le voit sur la Figure 1.

La chaleur de condensation de l'azote met en ébullition l'oxygène liquide contenu dans les passages 8A-1, ce qui provoque une circulation ascendante de l'oxygène liquide dans ces passages par effet de thermosiphon. Des bulles d'oxygène gazeux se forment progressivement de bas en haut des mêmes passages, de sorte que c'est un mélange diphasique qui déborde à l'extrémité supérieure de ces passages.

L'oxygène liquide ne pouvant descendre ni dans les passages 8A-2, où règne une circulation ascendante, ni dans les passages 8A-1, fermés en haut, descend dans les passages 8B et, à l'extrémité inférieure de ceux-ci, pénètre dans la boîte 5, via leurs fenêtres latérales 17B (Figure 4). Cet oxygène liquide coule ensuite le long de la boîte 5 jusqu'aux fenêtres 17A d'entrée des passages 8A-2 (Figure 3), de sorte que ceux-ci sont alimentés en oxygène liquide.

Les passages 8B assurent donc la recirculation de l'oxygène liquide en excès, la séparation des deux phases de l'oxygène, et un stockage d'oxygène liquide permettant d'alimenter sans à-coup et de manière uniforme en oxygène liquide les passages de vaporisation 8A-2.

Dans la plupart des passages 8B, la circulation descendante de l'oxygène liquide n'est entravée par aucun phénomène de vaporisation, puisque ces passages ne sont pas en relation d'échange thermique avec les passages d'azote. La situation est un peu différente pour le passage 8B adjacent à la partie 2A du corps 2, mais l'échange thermique y est réduit de façon importante d'une part par la proximité d'un passage 8A-2, d'autre part par la plus grande épaisseur

des passages 8B et/ou par la moindre densité de l'onde 9B, conduisant à un effet d'ailette réduit.

La variante de la Figure 5 ne diffère de celle qui vient d'être décrite que par le fait que la partie 2B du corps 2 est divisée en deux sous-parties 2B-1 et 2B-2 encadrant la partie d'échange thermique 2A. Ceci montre que les passages auxiliaires 8B peuvent être répartis de différentes manières. Toutefois, on préfère actuellement l'agencement de la Figure 1, où le chauffage des passages 8B est minimal.

Le mode de réalisation de l'échangeur de chaleur représenté aux Figures 6 à 8 diffère essentiellement du précédent par le fait que les parties 2A et 2B du corps 2 sont réparties non plus suivant l'épaisseur de l'échangeur, mais suivant sa largeur, c'est-à-dire qu'une partie de chaque passage 8 sert à l'échange thermique et le reste aux fonctions annexes.

Ainsi, un passage sur deux est constitué, sur la majeure partie de sa largeur (Figure 7), d'un passage de condensation d'azote 8A-1 ayant la constitution décrite plus haut en regard de la Figure 2, et, sur le reste de sa longueur, d'un passage annexe 8B-1 ouvert en haut et en bas et contenant une simple onde verticale 9B, les passages 8A-1 et 8B-1 étant séparés de façon étanche sur toute la longueur du corps 2 par une barrette verticale 10.

Les autres passages sont constitués (Figure 8) d'un passage de vaporisation d'oxygène 8A-2 ouvert à ses deux extrémités, de même largeur que les passages 8A-1 et situé en regard de ceux-ci, ce passage 8A-2 contenant une simple onde verticale, et d'un passage annexe 8B-2 analogue aux passages 8B-1, avec interposition d'une barrette verticale 10 entre les passages 8A-2 et 8B-2.

La boîte 5 de la Figure 1, destinée à l'alimentation en oxygène liquide des passages 8A-2, est supprimée et remplacée par un dôme inférieur 21 relié à joint étanche aux quatre côtés inférieurs du corps 2. Ainsi, les passages 8A-2 sont alimentés en oxygène liquide directement par le bas.

En variante (Figures 9 et 10), les passages 8B-1 sont fermés en bas, et le dôme inférieur 21 est remplacé par des perforations 22 prévues dans la partie inférieure des plaques 7, dans les passages 8B-1. L'oxygène liquide passe alors dans les passages de vaporisation 8A-2 via une fenêtre latérale inférieure 17A prévue à la base d'une barrette 10 sur deux, puis est réparti par une onde oblique 18A sur la longueur des passages 8A-2, de la même manière qu'à la Figure 3.

Cette variante peut être modifiée de la manière illustrée aux Figures 11 et 12 : les trous 22 sont supprimés; chaque passage 8B-1 comporte à sa base une fenêtre de sortie 17B-1 et une onde oblique 18B comme aux Figures 1 à 4, et chacun des passages 8B-2 comporte à sa base une fenêtre d'entrée 17B-2. On retrouve la boîte 5 des Figures 2 à 4, qui coiffe toutes les fenêtres 17B-1 et 17B-2. De plus, la partie

inférieure des passages 8B-2 comporte une onde 23 à génératrices horizontales, par exemple, comme représenté, du type "serrated", c'est-à-dire comportant à intervalles réguliers des crevés décavés verticalement d'un quart de pas d'onde.

En variante encore (Figures 13 et 14), les barrettes verticales 10 peuvent n'être prévues qu'entre les passages 8A-1 et 8B-1, aucune cloison ne séparant les passages 8A-2 et 8B-2, lesquels comportent seulement une onde commune verticale non perforée et, dans leur partie inférieure, une onde horizontale 24 de forme triangulaire qui s'étend sur toute la largeur de l'échangeur.

Dans une telle variante, dans un passage sur deux, l'oxygène liquide suit un trajet descendant dans la zone 8B-2, horizontal suivant l'onde 24 puis ascendant dans la zone 8A-2. Dans cette dernière zone, l'oxygène liquide se trouve en relation d'échange thermique indirect avec l'azote qui se condense dans les passages 8A-1, et les passages 8B-1 sont des zones mortes, qui peuvent être ouvertes vers le haut et par conséquent emplies d'oxygène liquide, comme représenté, ou bien, en variante, fermées à leurs deux extrémités.

La Figure 15 représente schématiquement une application d'un échangeur à plaques servant de déphlegmateur, par exemple pour produire de l'azote. Dans un passage sur deux, l'air, introduit sous environ 6 bars absolus, est partiellement condensé en montant, comme illustré par les flèches 25, ce qui produit au bas de ces passages du "liquide riche" (air enrichi en oxygène) LR et, en haut des mêmes passages, de l'azote gazeux NG.

Pour assurer la condensation de l'air, le liquide riche est détendu vers 1 bar absolu dans une vanne de détente 26, ce qui produit un flash. La partie supérieure des passages précités est utilisée pour séparer les deux phases, lesquelles sont ensuite recombinaées dans les passages restants, où le liquide riche basse pression diphasique frigorigène circule de haut en bas puis est évacué sous forme de liquide riche vaporisé LRV.

La constitution de l'échangeur de chaleur est représentée sur les Figures 16 à 18.

Un passage sur deux (Figure 17) est subdivisé en deux parties par une barrette horizontale 27 :

- (1) Une partie principale d'échange thermique 28, s'étendant à partir du bas de l'échangeur, qui comporte, de bas en haut, une zone 29 de distribution d'air et de collection de liquide riche, une zone de déphlegmation 30 et une zone 31 de collection et d'évacuation d'azote gazeux. La zone 29 contient une onde oblique 32 perforée débouchant sur une fenêtre latérale 33 d'entrée d'air et, sous cette onde, une onde verticale 34 qui débouche sur une fenêtre inférieure 35 de sortie de liquide riche. La zone 30 contient une onde verticale 36, et la zone 31 contient une onde oblique

37 débouchant sur une fenêtre latérale 38 d'évacuation d'azote. Des boîtes 39 d'entrée d'air, 40 de sortie de liquide riche et 41 de sortie d'azote communiquent respectivement avec les fenêtres 33, 35 et 38.

(2) Une partie annexe supérieure 42 formant séparateur de phases. Cette partie contient, de bas en haut, une zone de faible hauteur, sans onde, où chaque plaque verticale présente une rangée horizontale de trous 43, une première zone contenant une onde verticale 44, une zone contenant une onde "serrated" 45 à génératrices obliques, communiquant avec une fenêtre latérale d'entrée 46, une seconde zone contenant une onde verticale 47, et une zone contenant une onde oblique 48 débouchant sur une fenêtre latérale de sortie 49. Des boîtes 50 d'entrée de liquide riche diphasique et 51 de sortie de liquide riche vaporisé recouvrent les fenêtres 46 et 49 respectivement.

Les passages restants 60 (Figure 18) comportent, de haut en bas, une zone d'entrée de liquide riche vaporisé communiquant avec une fenêtre latérale d'entrée 52 et contenant une onde oblique 53, une zone contenant une onde verticale 54, une zone sans onde, de faible hauteur, dans laquelle débouchent les trous 43, une zone d'échange thermique à onde verticale 55, et une zone de sortie de liquide riche vaporisé contenant une onde oblique 56 qui débouche sur une fenêtre de sortie 57. La boîte 51 communique également avec les fenêtres 52, et une boîte de sortie 58 communique avec les fenêtres 57.

Lorsque le liquide riche détendu pénètre sous forme diphasique dans la boîte 50 puis dans les zones 42 de la Figure 17, il y rencontre une forêt de petits obstacles créés par les crevés de l'onde "serrated" 46. Ceci provoque la séparation de ses deux phases. La phase liquide se rassemble sur la barrette 27 et, en traversant les trous 43, pénètre, sous la forme d'autant de jets, dans les passages 60 adjacents de la Figure 18. En même temps, la phase vapeur est renvoyée par la boîte 51 dans les fenêtres 52 de ces passages adjacents, de sorte que cette vapeur circule vers le bas le long des ondes 54 et se recombine avec le liquide au niveau des trous 43, pour former un fluide diphasique frigorigène qui se vaporise en descendant le long des ondes 55.

Dans une variante non représentée, on peut utiliser la zone de séparation de phases 42 pour renvoyer la phase vapeur séparée, via la boîte 51 et les passages contenant l'onde 54, à un niveau différent de l'échangeur, par exemple à son extrémité inférieure. Dans ce cas, la phase vapeur est sortie latéralement audit niveau, reprise par une boîte de sortie et envoyée par celle-ci dans d'autres passages de l'échangeur.

## Revendications

1 - Echangeur de chaleur indirect, du type comprenant une série de plaques parallèles (7) délimitant entre elles des passages (8A, 8B; 28, 42, 60) de forme générale plate contenant des ondes-entretoises (9; 32, 34, 36, 37, 44, 47, 48, 53 à 56), un premier ensemble (8A; 28, 60) de ces passages, constituant des passages d'échange thermique, comportant des moyens (3 à 5; 39 à 41, 51) d'entrée/sortie de fluides destinés à échanger entre eux de la chaleur, caractérisé en ce qu'il comprend, sur au moins une partie de sa longueur et de sa largeur, des passages annexes (8B; 42), en relation d'échange thermique réduite ou à peu près nulle avec les passages d'échange thermique (8A; 28, 60) et agencés pour remplir au moins une fonction annexe de l'échangeur de chaleur, notamment une fonction de stockage de liquide et/ou de recirculation de liquide et/ou de séparation liquide/vapeur.

2 - Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les passages annexes (8B; 42) sont plus épais que les passages d'échange thermique (8A; 28, 60).

3 - Echangeur de chaleur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les passages annexes (8B; 42) contiennent des ondes (9) moins denses que celles des passages d'échange thermique (8A; 28, 60).

4 - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que tous les passages annexes (8B) sont adjacents les uns aux autres.

5 - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les passages annexes (8B) sont distincts des passages d'échange thermique (8A) et, de même que ces derniers, s'étendent chacun sur toute la longueur et sur toute la largeur de l'échangeur.

6 - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins certains passages de l'échangeur constituent sur une partie de la largeur de celui-ci un passage d'échange thermique (8A) et sur le reste de sa largeur un passage annexe (8B).

7 - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins certains passages de l'échangeur constituent sur une partie de la longueur de celui-ci un passage d'échange thermique (8A) et sur le reste de sa longueur un passage annexe (8B).

8 - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les passages annexes comprennent des passages de séparation liquide/vapeur (42), caractérisé en ce que ces passages de séparation contiennent un garnissage (45) de séparation liquide/vapeur disposé en regard d'une fenêtre (46) d'entrée de fluide diphasique.

**9** - Echangeur de chaleur suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le garnissage (45) est constitué par une onde "serrated" à génératrices obliques.

**10** - Echangeur de chaleur suivant la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que les passages de séparation liquide/vapeur (42) comportent à leur extrémité supérieure une fenêtre (49) de sortie de vapeur coiffée par une boîte de sortie (51), cette dernière communiquant avec des passages de renvoi de vapeur à un niveau différent de l'échangeur.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

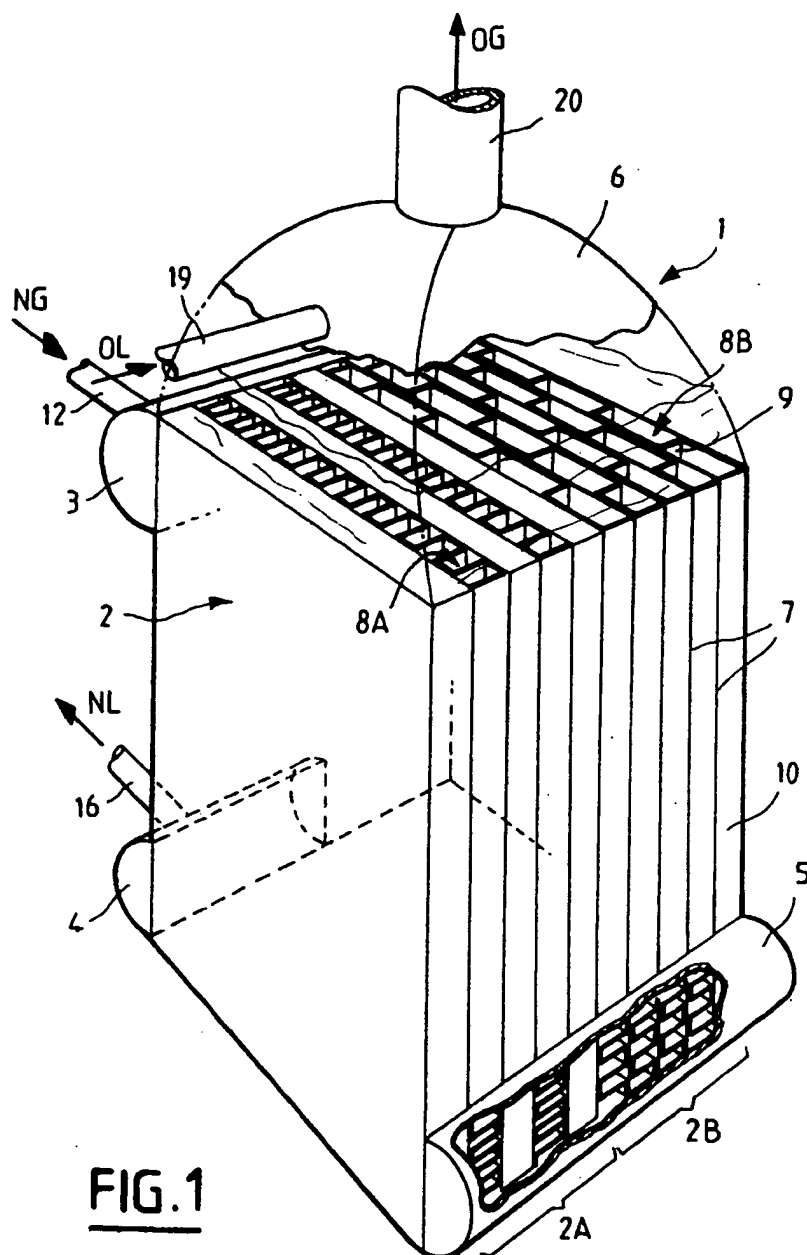


FIG. 2

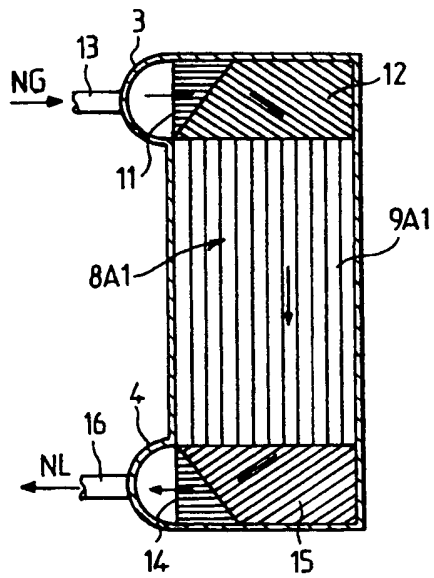


FIG. 3

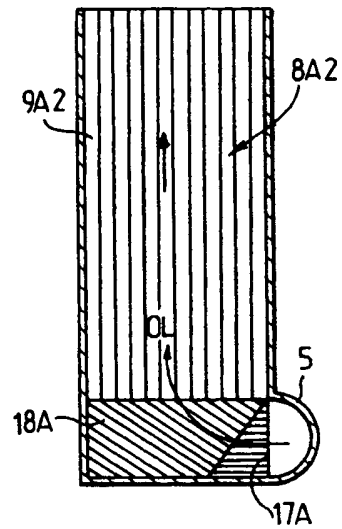


FIG. 4

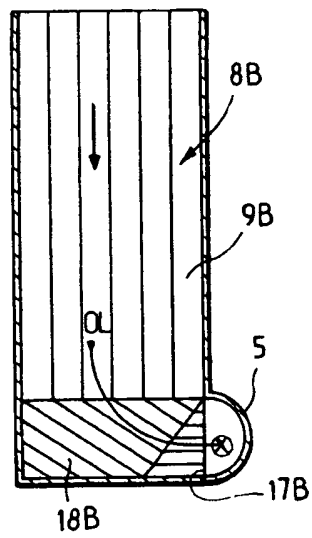
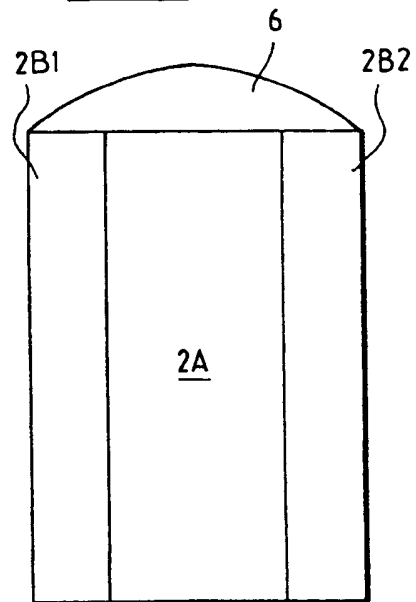


FIG. 5



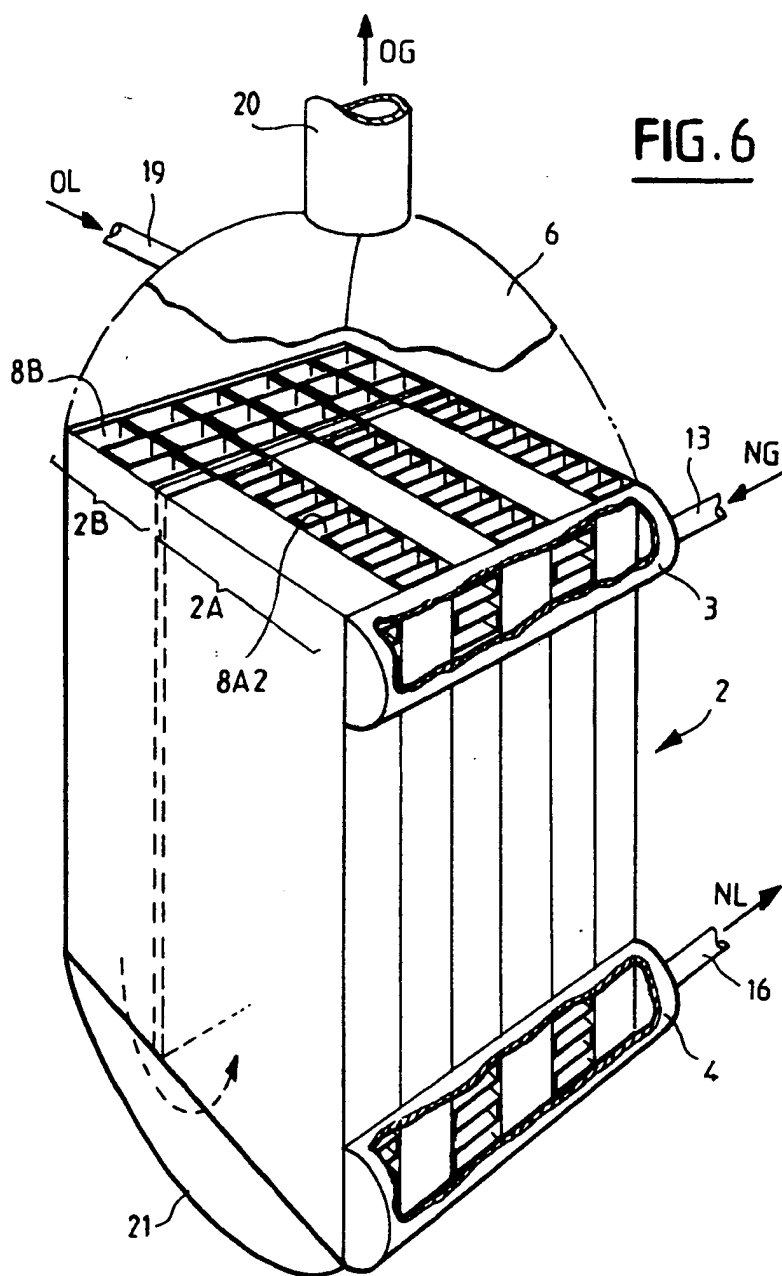


FIG. 7

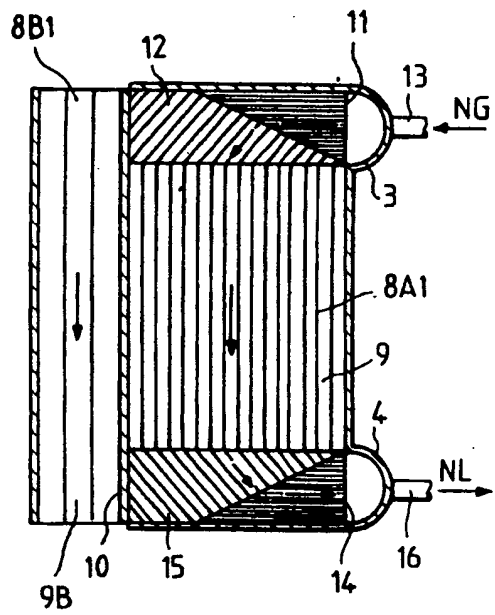
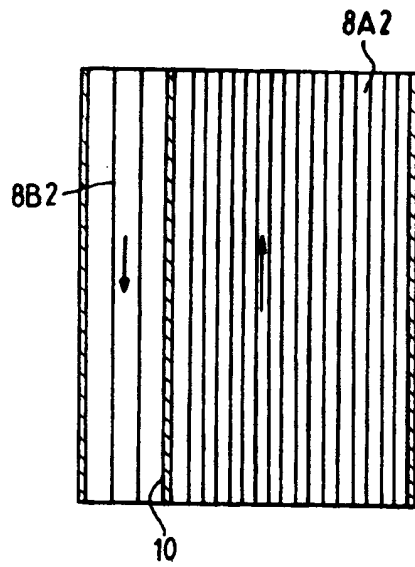
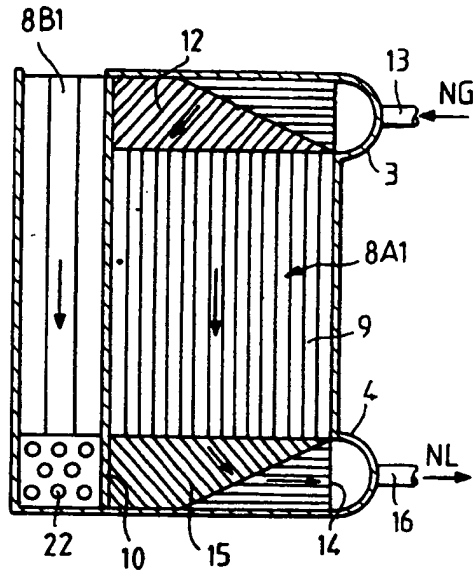


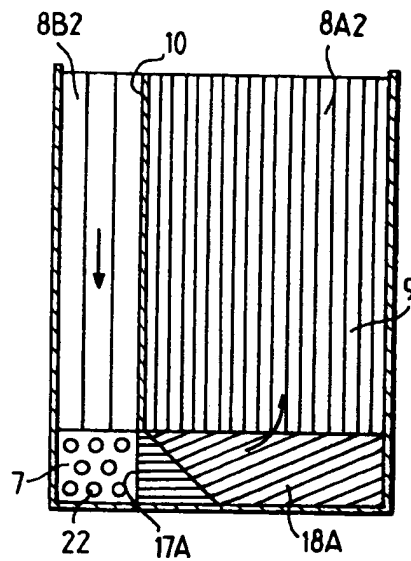
FIG. 8



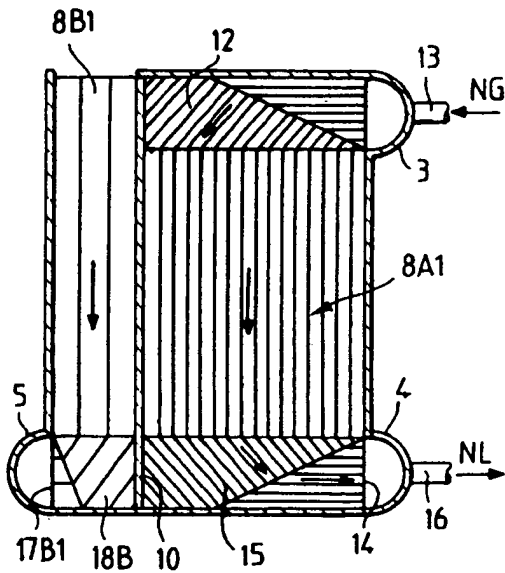
**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**



**FIG. 12**

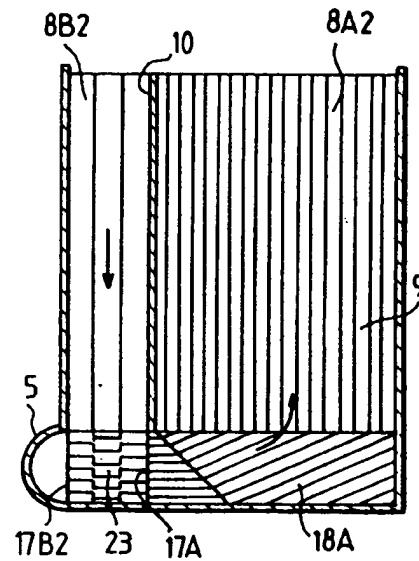


FIG.13

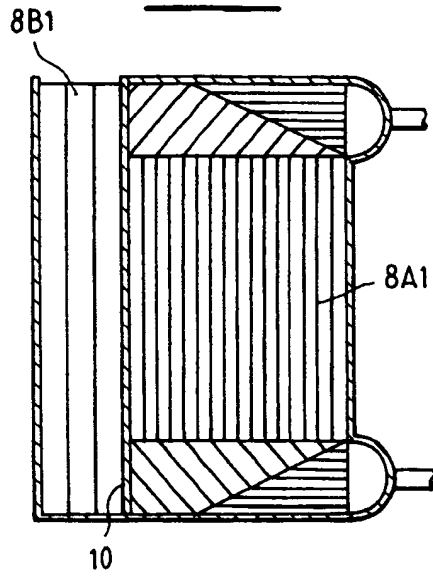


FIG.14

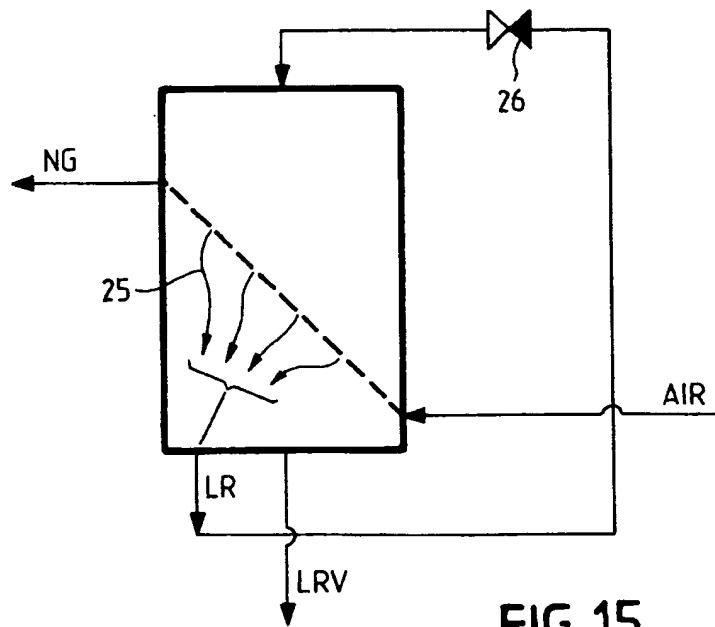
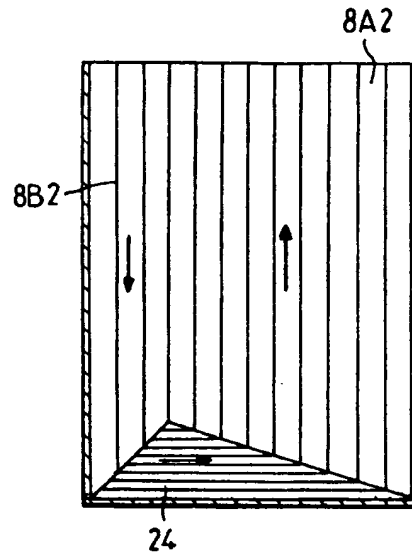
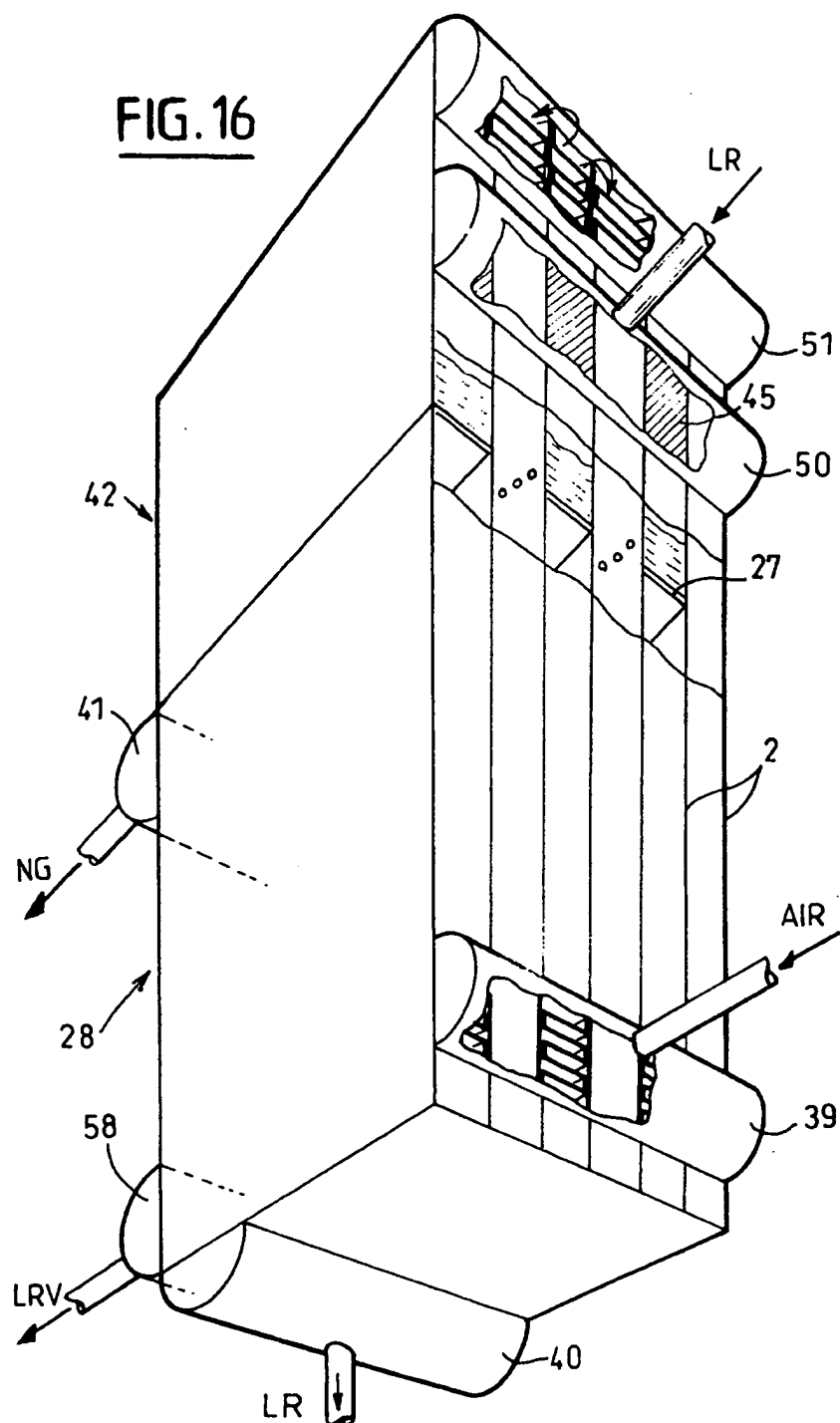


FIG.15

**FIG. 16**



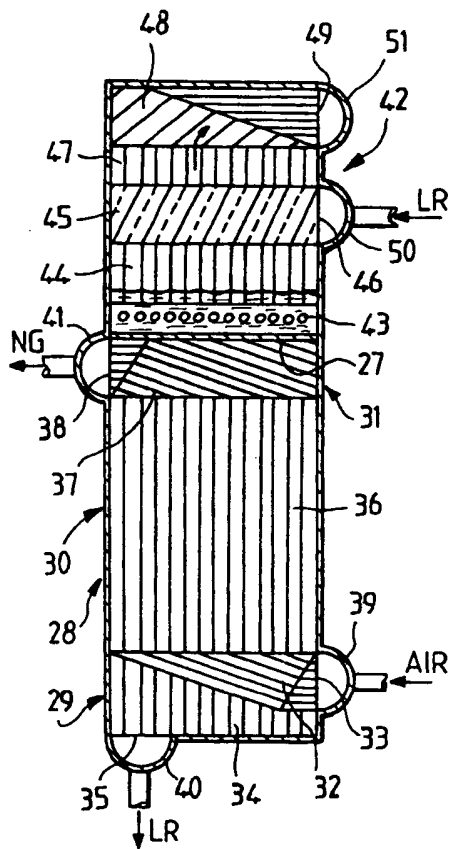


FIG. 17

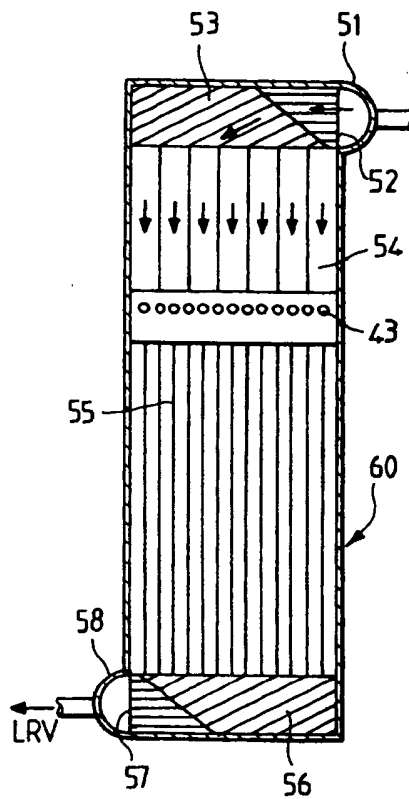


FIG. 18



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 3363

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   | Revendication concernée  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)          |
| X   | FR-A-2 431 103 (L'AIR LIQUIDE SA)<br>* page 2, ligne 36 - page 3, ligne 36 *<br>* page 5, ligne 26 - page 6, ligne 5 *<br>* page 6, ligne 23 - page 6, ligne 31;<br>figures 1-4,8,9,12 *<br>--- | 1,4-6  | F28D9/00<br>F28F27/02<br>F25J3/00             |
| A   | FR-A-2 237 158 (T.E.A.L. ET AL)<br>* page 8, ligne 14 - page 11, ligne 16;<br>figures 1-4 *<br>---  | 1  |   |
| A   | EP-A-0 130 122 (L'AIR LIQUIDE SA)<br>* page 3, ligne 13 - page 6, ligne 27 *<br>* page 8, ligne 13 - page 9, ligne 10;<br>figures 1-3,6 *<br>---  | 1-3  |   |
| A   | EP-A-0 019 508 (L'AIR LIQUIDE SA)<br>* page 2, ligne 35 - page 4, ligne 24;<br>figures 1,2,12 *<br>---  | 1  |   |
| A   | US-A-3 992 168 (TOYAMA ET AL)<br>* colonne 2, ligne 35 - colonne 6, ligne 39; figures 1-6 *<br>---  | 1,8-10   | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int. Cl.5) |
| A   | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 12, no. 400 (M-756)24 Octobre 1988<br>& JP-A-63 143 486 ( NIPPON SANSEI KK ) 15<br>Juin 1988<br>* abrégé *<br>---   | 1  | F28D<br>F28F<br>F25J                          |
| A   | US-A-3 633 661 (DUNCAN)<br>* colonne 2, ligne 10 - colonne 3, ligne 58; figures 1-9 *<br>-----  | 1  |   |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |   |  |   |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE   |   | Date d'achèvement de la recherche<br>15 MARS 1993  | Examineur<br>BELTZUNG F.C.                    |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>-----<br>A : membre de la même famille, document correspondant |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   |  |   |

EPO FORM 1501 (01.12.1990)

THIS PAGE BLANK (USPTO)